

УДК 338.43:004

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

ПОТЕНЦИАЛ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Барановская Татьяна Петровна
д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой системного анализа и обработки информации
SPIN-код: 2748-0302
ORCID 0000-0003-3005-5486
Scopus Author ID: 57191188597
bartp_2@mail.ru

Вострокнутов Александр Евгеньевич
канд. экон. наук, доцент кафедры системного анализа и обработки информации
SPIN-код: 2237-4408
ORCID 0000-0002-8948-427X
Scopus Author ID: 57218528421
f_dop@mail.ru

Косников Максим Сергеевич
студент факультета прикладной информатики
РИНЦ SPIN-код: 5280-2805
max.kosnikov@yandex.ru
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодар 350044, Калинина 13

Целью исследования является анализ потенциала цифровой экосистемы в аграрном секторе Краснодарского края и оценка возможностей ее реализации в условиях цифровой трансформации. Исследование сосредоточено на выявлении факторов, влияющих на внедрение цифровых технологий. Авторы применили методы системного анализа и статистического моделирования для создания инструмента оценки цифрового потенциала. В работе использованы такие факторы, как объем инвестиций, уровень заработной платы, доля молодых руководителей и использование цифровых технологий в аграрном секторе. Основные результаты показывают, что развитие цифровой экосистемы в аграрном секторе Краснодарского края происходит неравномерно. Высокий уровень цифровизации наблюдается в таких районах, как Темрюкский и Северский, в то время как другие – Апшеронский и Отрадненский, значительно отстают. Особенность исследования заключается в комплексной оценке цифрового потенциала с учетом социально-экономических и технологических факторов. Исследование позволяет понять текущее состояние цифровой

UDC 338.43:004

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

THE POTENTIAL OF THE DIGITAL ECOSYSTEM AND ITS IMPLEMENTATION IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE KRASNODAR REGION

Baranovskaya Tatyana Petrovna
Doctor of Economics, Professor, head of System Analysis and Information Processing Department
RSCI SPIN-code: 2748-0302
ORCID 0000-0003-3005-5486
Scopus Author ID: 57191188597
bartp_2@mail.ru

Vostroknutov Alexander Evgenievich
Cand.Econ.Sci., associate professor of the System analysis and information processing Department
RSCI SPIN-code: 2237-4408
ORCID 0000-0003-3005-5486
Scopus Author ID: 57218528421
f_dop@mail.ru

Kosnikov Maxim Sergeevich
student of the Faculty of Applied Informatics
RSCI SPIN-code: 5280-2805
max.kosnikov@yandex.ru
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar 350044, Kalinina 13, Russia

The purpose of the study is to analyze the potential of the digital ecosystem in the agricultural sector of the Krasnodar region and assess the possibilities of its implementation in the context of digital transformation. The research focuses on identifying the factors influencing the introduction of digital technologies. The authors applied methods of system analysis and statistical modeling to create a tool for assessing digital potential. The work uses such factors as the volume of investments, the level of wages, the proportion of young managers and the use of digital technologies in the agricultural sector. The main results show that the development of the digital ecosystem in the agricultural sector of the Krasnodar Territory is uneven. A high level of digitalization is observed in areas such as Temryuksky and Seversky, while others, Absheron and Otradnensky, lag far behind. The peculiarity of the study is a comprehensive assessment of digital potential, taking into account socio-economic and technological factors. The research allows us to understand the current state of digital transformation and develop strategies to increase productivity and sustainable development of agro-industrial enterprises

трансформации и разработать стратегии повышения производительности и устойчивого развития агропромышленных предприятий

Ключевые слова: ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА, АГРАРНЫЙ СЕКТОР, ЦИФРОВИЗАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ИНФРАСТРУКТУРА, ИННОВАЦИИ

Keywords: DIGITAL ECOSYSTEM, AGRICULTURAL SECTOR, DIGITALIZATION, POTENTIAL, COMPETITIVENESS, INFRASTRUCTURE, INNOVATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-013>

Введение

В последние десятилетия цифровизация сельского хозяйства стала главным фактором трансформации аграрного сектора во многих странах, включая Россию. Цифровые технологии позволяют повысить эффективность агропроизводства, осуществлять управление природными ресурсами и улучшить качество жизни сельского населения. Внедрение цифровых экосистем в аграрную сферу способствует росту производительности труда и поддержанию устойчивого развития сельских территорий.

В условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса появляются новые возможности. Цифровые экосистемы способствуют созданию единой платформы взаимодействия участников рынка, обеспечивая мониторинг и контроль всех стадий производства. Такой процесс сопровождается внедрением таких технологий, как Интернет вещей, точное земледелие, спутниковый мониторинг, а также автоматизация управленческих решений.

Актуальность исследования связана с тем, что Краснодарский край, являясь важным аграрным регионом России, активно участвует в процессе цифровизации аграрного сектора. Однако, несмотря на достигнутый успех в развитии цифровой инфраструктуры, существует ряд проблем, которые замедляют масштабное внедрение цифровых технологий, требуя их анализа и разработки рекомендаций направленных на развитие цифровой экосистемы региона.

<http://ej.kubagro.ru/2024/09/pdf/13.pdf>

Целью данной работы является анализ потенциала цифровой экосистемы аграрного сектора Краснодарского края и оценка возможностей его реализации в условиях цифровой трансформации. Исследование направлено на выявление факторов, способствующих внедрению цифровых решений, а также разработку рекомендаций по их эффективному использованию с целью повышения конкурентоспособности агропромышленных предприятий региона.

Обзор литературы.

Научные работы, посвященные исследованию цифровизации аграрного сектора, демонстрируют роль цифровых технологий в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства. В работе Л. Н. Минеева и М. В. Корышева отмечено [4], что цифровизация способствует повышению экономической эффективности, росту конкурентоспособности сельскохозяйственных товаропроизводителей и рациональному использованию природных ресурсов. Авторы отмечают, что успех цифровой трансформации невозможен без создания масштабной сети цифровых платформ, которые охватывают все направления аграрного производства. Поэтому, существует острая необходимость во внедрении систем точного земледелия, спутникового мониторинга и других современных технологий, направленных на повышение урожайности и снижение себестоимости продукции.

Более того, в статье А. С. Завгородняя указывает, что цифровизация сельского хозяйства улучшает экономическое состояние сельских территорий и способствует повышению качества жизни сельского населения. Сельская экономика, будучи зависимой от аграрного производства, только выигрывает от использования таких цифровых инструментов, как Интернет вещей и автоматизация управленческих решений. Тем не менее, значимым препятствием на пути цифровой трансформации остаются ограниченные возможности доступа к

современным технологиям и низкий уровень квалификации кадров в сельских регионах [2].

В работе Д. Р. Баевой акцент сделан на взаимосвязь между цифровизацией аграрного сектора и развитием человеческого капитала [1]. Она отмечает, что население сельских территорий, особенно молодые специалисты, должны быть подготовлены к работе в условиях цифровой экономики. Важную роль в этом процессе отводится аграрным вузам, которые должны формировать компетенции, необходимые в работе с цифровыми технологиями. Кроме того, Д. Р. Баева отмечает, что цифровизация повышает качество жизни на сельских территориях и предъявляет новые требования к трудовым ресурсам.

Многими авторами рассматривается вопрос цифровой экосистемы аграрного сектора, акцентируется роль *ESG*-принципов (*Environment, Social, Governance*) как основного условия устойчивого роста конкурентоспособности агропродовольственных предприятий. Интеграция технологий связи и цифровых платформ позволяет сельскохозяйственным предприятиям оптимизировать процессы и снижать риски, связанные с изменением климата и продовольственной безопасностью.

Следует сказать, что цифровизация аграрного сектора является инструментом повышения экономической эффективности, а также фактором, способствующим росту социально-экономического состояния сельских территорий. Однако для реализации потенциала цифровых технологий в аграрной производстве необходим подход, включающий привлечение инвестиции в инфраструктуру, обучение кадров и поддержку со стороны государства.

Главное значение в цифровой трансформации аграрного сектора определено подготовке кадров. Так, Камени Лютча Б. отмечает, что кадровый потенциал должен быть адаптирован к новым цифровым технологиям [3]. Для этого необходимы изменения в системе образования,

которые должны соответствовать потребностям современного рынка труда. Цифровые технологии оказывают влияние на производственные процессы, управление и взаимодействие участников агропромышленного комплекса, поэтому повышение квалификации сотрудников способствует эффективному использованию современных технологий.

В. П. Неганова в своем исследовании предлагает подход к реализации цифрового потенциала сельскохозяйственной организации [5]. Автор отмечает, что успех использования цифровых технологий возможно только при условии интеграции ресурсов, маркетинговых и организационных возможностей организации. Важно, чтобы ключевые компетенции менеджеров были направлены на сбалансированную реализацию возможностей с использованием ИТ, создавая синергетический эффект и позволяя компаниям достигать устойчивого роста и повышения эффективности.

Большое значение уделяется формированию цифровых бизнес-экосистем в аграрном секторе региональной экономики. Авторы склоняются к мнению, что цифровые экосистемы необходимы в развитии агропромышленных предприятий, обеспечивая их интеграцию в цифровое пространство и повышая показатели производительности труда и капитала. В работах рассматриваются такие преимущества использования цифровых технологий, как повышение эффективности управления, снижение производственных затрат и рост конкурентоспособности агробизнеса на региональных рынках. Важное место в исследованиях занимает анализ зависимости производственных показателей от «индекса цифрового развития», который оценивает уровень цифровизации агропредприятий.

Цифровизация способствует повышению эффективности сельскохозяйственного производства и устойчивости агропредприятий. Особенностью работы является рассмотрение недостаточной подготовленности кадров в сельской местности в работе с цифровыми

технологиями, а также проблемам инфраструктурного обеспечения. Государственная поддержка обеспечивает успех внедрения цифровых решений в аграрном секторе, которая особенно необходима мелким и средним сельхозпроизводителям.

Таким образом, цифровизация аграрного сектора требует комплексного подхода, который включает внедрение современных технологий и учет усилий, направленных на повышение эффективности использования ресурсов.

Методы и материалы

Для анализа процесса цифровой трансформации необходим инструмент, позволяющий оценить потенциал формирования цифровой экосистемы, который учтет технологические и социально-экономические факторы. Такой инструмент должен включать систему показателей, отражающих уровень цифровой зрелости сельскохозяйственного предприятия, степень интеграции информационных технологий, готовность кадров к использованию цифровых решений, а также доступность инфраструктуры для внедрения современных технологий.

В рамках данной работы процесс оценки потенциала формирования цифровой экосистемы рассматривается на уровне муниципальных образований Краснодарского края. Однако данный процесс может быть детализирован с учетом специфики конкретных организаций. Тем не менее, *этапы реализации* оценки остаются общими для любых субъектов:

1. Определение системы показателей.
2. Формирование исходных данных.
3. Нормирование показателей, методом медианного абсолютного отклонения:

$$x_{norm} = \frac{x - \text{медиана}(x)}{\text{MAD}(x)}.$$

4. Определение значимости показателей.

5. Расчет итогового показателя каждого муниципального образования:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_{norm}.$$

6. Формирование итогового заключения.

В исследовании определена система факторов, с помощью которых, на наш взгляд, можно оценить потенциал формирования цифровой экосистемы муниципальных образований Краснодарского края:

X_1 – объем инвестиций в основной капитал в расчете на 1 жителя, руб.;

X_2 – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, руб.;

X_3 – доля молодых руководителей в общей численности работников, %;

X_4 – доля сельскохозяйственных организаций, рентабельность которых превышает 20 %, %;

X_5 – количество сельскохозяйственных организаций, ед.;

X_6 – доля сельскохозяйственных организаций применяющих «сквозные» цифровые технологии, %.

В качестве информационной базы выступили официальные материалы, размещенные на интернет порталах Краснодарстат (<https://23.rosstat.gov.ru>), информационной группы Интерфакс (<https://spark-interfax.ru>), департамента информатизации и связи Краснодарского края, в рамках реализации регионального проекта «Цифровые технологии» (<https://dis.krasnodar.ru>), а также годовые отчеты сельскохозяйственных организаций Краснодарского края.

Исходные данные за 2023 г. представлены на рисунке 1 и 2.

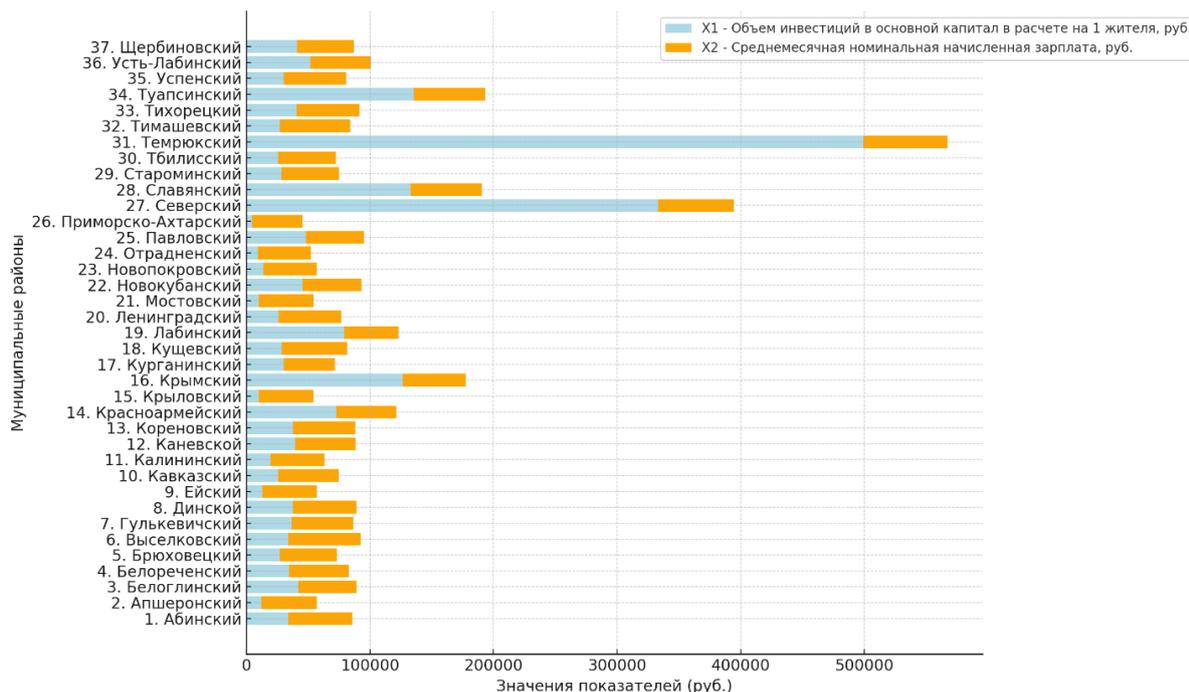


Рисунок 1 – Исходные значения факторов X_1 и X_2

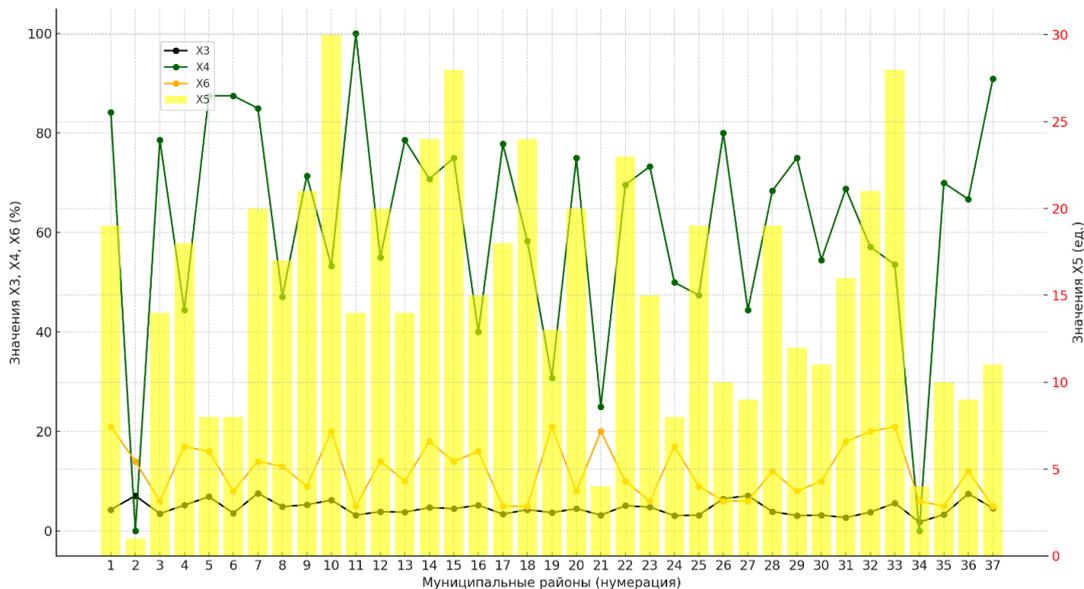


Рисунок 2 – Исходные значения факторов X_3 , X_4 , X_5 , X_6

Вычислительный процесс осуществлен при помощи языка программирования Python, который автоматизирует процесс анализа данных, ускоряет выполнение расчетов и снижает вероятность ошибок. Были применены такие библиотеки, как *NumPy* для численных

вычислений, *Pandas* для обработки и анализа данных, *Matplotlib* и *Seaborn* для визуализации, а также *SciPy* и *Scikit-learn* для статистического анализа.

Нормализованные значения данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормализованные данные

Номер района	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1	-0,01	1,14	0,00	1,08	0,80	1,80
2	-2,60	-1,37	3,11	-4,81	-2,80	0,40
3	1,00	-0,52	-0,89	0,69	-0,20	-1,20
4	0,12	-0,18	1,00	-1,71	0,60	1,00
5	-0,82	-0,81	2,89	1,31	-1,40	0,80
6	0,00	3,31	-0,78	1,31	-1,40	-0,80
7	0,35	0,36	3,67	1,13	1,00	0,40
8	0,48	0,98	0,67	-1,52	0,40	0,20
9	-2,52	-1,58	1,11	0,18	1,20	-0,60
10	-1,00	0,06	2,11	-1,08	3,00	1,60
11	-1,71	-1,81	-1,22	2,18	-0,20	-1,40
12	0,70	0,08	-0,44	-0,97	1,00	0,40
13	0,48	0,53	-0,56	0,69	-0,20	-0,40
14	4,71	0,00	0,44	0,14	1,80	1,20
15	-2,90	-1,51	0,22	0,43	2,60	0,40
16	11,25	0,81	1,00	-2,01	0,00	0,80
17	-0,45	-2,36	-1,00	0,63	0,60	-1,40
18	-0,64	1,55	0,00	-0,73	1,80	-1,40
19	5,50	-1,56	-0,67	-2,66	-0,40	1,80
20	-0,94	0,76	0,22	0,43	1,00	-0,80
21	-2,88	-1,48	-1,22	-3,06	-2,20	1,60
22	1,42	-0,45	0,89	0,06	1,60	-0,40
23	-2,42	-1,80	0,56	0,31	0,00	-1,20
24	-2,99	-1,92	-1,33	-1,31	-1,40	1,00
25	1,72	-0,50	-1,22	-1,50	0,80	-0,60
26	-3,54	-2,61	2,44	0,78	-1,00	-1,20
27	36,37	4,24	3,11	-1,71	-1,20	-1,20
28	12,03	3,05	-0,44	-0,03	0,80	0,00
29	-0,66	-0,73	-1,33	0,43	-0,60	-0,80
30	-0,99	-0,61	-1,22	-1,00	-0,80	-0,40
31	56,53	6,50	-1,78	0,00	0,20	1,20
32	-0,81	2,74	-0,56	-0,82	1,20	1,60
33	0,84	0,64	1,44	-1,06	2,60	1,80
34	12,35	3,02	-2,78	-4,81	-2,20	-1,20
35	-0,46	0,57	-1,11	0,08	-1,00	-1,40
36	2,19	0,06	3,56	-0,15	-1,20	0,00
37	0,89	-1,00	0,33	1,55	-0,80	-1,40

На основе нормализованных данных проводится парное сравнение факторов, которое способствует определению степени важности каждого показателя относительно других в процессе формирования цифровой экосистемы. Сравнение позволяет определить влияние каждого из факторов на общий цифровой потенциал муниципальных образований, а также установить приоритеты дальнейших действий по развитию цифровых решений.

В таблице 2 представлена матрица парного сравнения факторов

Таблица 2 – Матрица парного сравнения факторов

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	1	1	1	0	1	1
X ₂	0	1	0	0	1	1
X ₃	0	1	1	0	1	1
X ₄	0	0	0	1	0	0
X ₅	0	0	0	0	1	1
X ₆	0	1	1	0	0	1

На основе матрицы парных сравнений, можно сформулировать вывод о наиболее значимых факторах. Фактор X₁ (среднее значение = 3,259) оказался наиболее значимым, т. к. он получил высокие оценки в сравнении с большинством других факторов (оценка 1 по сравнению с X₂, X₃, X₅ и X₆). Фактор X₃ (среднее значение = 0,276) и фактор X₅ (среднее значение = 0,108) получили относительно высокие оценки. Наименее значимыми факторами оказались X₄ (среднее значение = 0,074), которые в большинстве случаев уступили другим факторам при сравнении.

Таким образом, можно сделать вывод, что X₁, X₃, X₅ и X₆ являются ключевыми факторами, на которые стоит обратить внимание при анализе цифровой экосистемы.

Представим матрицу корреляции факторов (рисунок 3).

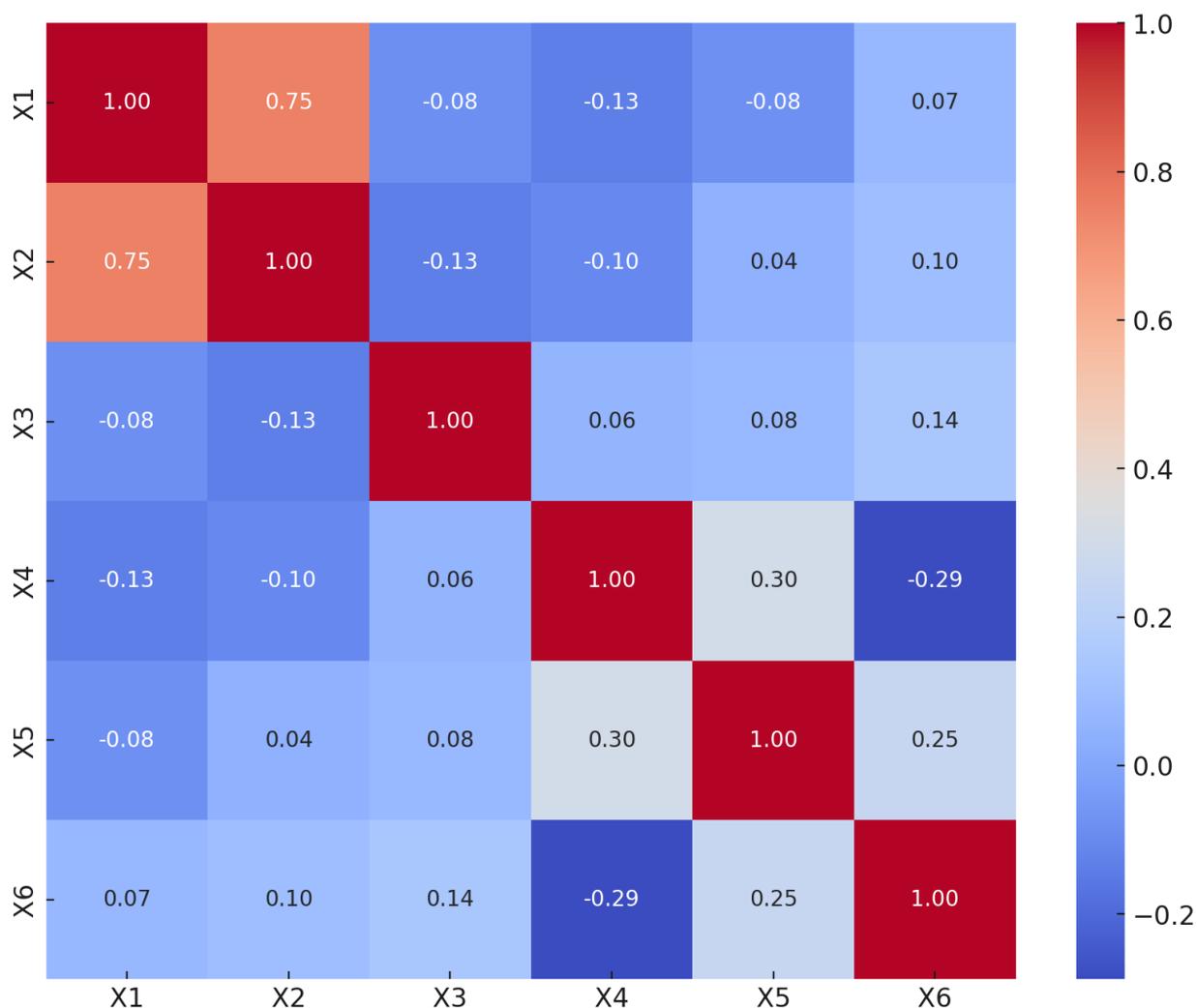


Рисунок 3 – Корреляционная матрица факторов цифровой экосистемы муниципальных образований Краснодарского края

Анализ корреляционной зависимости показал, что между факторами существует как сильная взаимосвязь, так слабая и отрицательная. Например, переменная X_1 имеет положительную корреляцию с X_2 ($r = 0,75$), указывая на сильную связь между ними. Однако между X_1 и X_3 наблюдается слабая отрицательная корреляция ($r = -0.08$), говоря об отсутствии значимой зависимости между этими переменными.

Результаты и обсуждения

В условиях современной цифровой трансформации аграрного сектора Краснодарского края важным аспектом является оценка уровня

готовности муниципальных образований к внедрению и использованию цифровых технологий. Формирование цифровой экосистемы позволяет повысить эффективность управления ресурсами, оптимизировать производственные процессы и укрепить конкурентоспособность агропромышленных предприятий. Цифровизация сельского хозяйства способствует интеграции аграрных предприятий в региональные и федеральные цифровые экосистемы, обеспечивая доступ к современным инструментам управления. В связи с этим, анализ интегрального показателя цифровой экосистемы в разрезе муниципальных образований Краснодарского края является эффективным инструментом оценки их цифрового потенциала и разработки стратегий дальнейшего развития.

На рисунке 4 представлена диаграмма интегральных значений цифровой экосистемы в разрезе муниципальных образований Краснодарского края.

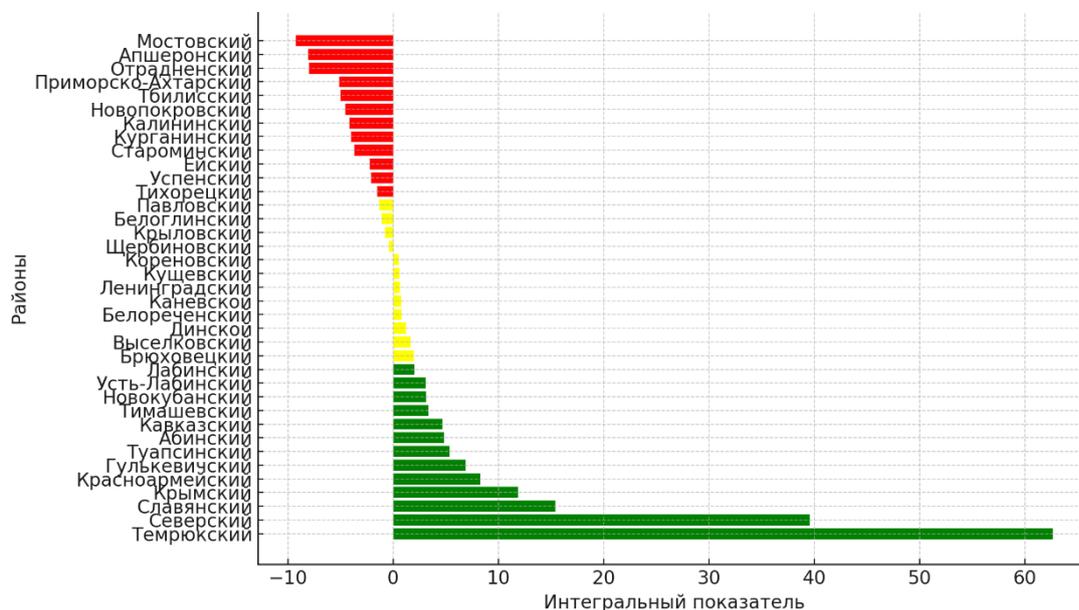


Рисунок 4 – Диаграмма интегральных значений цифровой экосистемы муниципальных образований Краснодарского края

Анализ данных, на представленных на диаграмме позволяет выделить три категории муниципальных образований Краснодарского края в зависимости от уровня развития цифровой экосистемы. Зеленым цветом

выделены районы с высоким уровнем цифровизации, свидетельствуя о высокой готовности к использованию современных цифровых решений. Желтым цветом обозначены районы среднего уровня, которые имеют потенциал дальнейшего роста, однако нуждаются в дополнительных инвестициях и обучении кадров. Красные области представляют районы с низким уровнем цифровой интеграции, указывая на необходимость дополнительных усилий в модернизации инфраструктуры и поддержке цифровых инициатив. Представленные данные являются основой для целенаправленной политики по развитию цифровой экосистемы в Краснодарском крае.

Заключение

Анализ потенциала цифровой экосистемы и его реализация в аграрном секторе Краснодарского края показал, что развитие цифровой инфраструктуры в аграрном секторе региона носит неравномерный характер. Муниципальные образования, демонстрирующие высокий уровень цифровизации, такие как Темрюкский и Северский районы, активно внедряют передовые технологии, включая использование интернет вещей, искусственного интеллекта и автоматизации. Результаты оценки свидетельствуют о высоком уровне готовности к переходу на новые цифровые решения, которые позволяют районам «зеленой зоны» увеличивать производительность труда и снижать затраты.

В то же время, значительная часть муниципальных образований находится на среднем уровне цифрового развития, требуя дополнительных инвестиций и модернизации инфраструктуры с целью полноценной интеграции в цифровую экосистему региона. Такие районы, как Каневской и Ленинградский, имеют потенциал для роста, однако нуждаются в поддержке со стороны государственных программ и улучшении подготовки кадров в эффективном использовании цифровых технологий.

Районы с низким уровнем цифровизации, такие как Апшеронский и Отрадненский, сталкиваются с серьезными проблемами, которые вызваны недостаточным развитием инфраструктуры. Анализ указывает на необходимость активного участия государства, в виде реализации программ поддержки, направленных на создание цифровой инфраструктуры.

Таким образом, успех реализации потенциала цифровой экосистемы в аграрном секторе Краснодарского края должен формироваться в рамках комплексного подхода, который объединяет инвестиции, государственную поддержку и повышение уровня цифровой грамотности на муниципальном уровне.

Литература

1. Баева, Д. Р. Население сельских территорий и цифровизация сельского хозяйства / Д. Р. Баева // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2022. – Т. 11, № 2(39). – С. 12-16.
2. Завгородняя, А. С. Цифровизация сельского хозяйства и ее роль в развитии сельской локальной экономики / А. С. Завгородняя // Никоновские чтения. – 2022. – № 27. – С. 280-284.
3. Камени Лютча, Б. Эффективность использования кадрового потенциала в аграрном секторе экономики в условиях цифровизации / Б. Камени Лютча // Научный журнал молодых ученых. – 2024. – № 2(37). – С. 103-108.
4. Минеева, Л. Н. Цифровизация сельского хозяйства и ее влияние на трансформацию сельских территорий / Л. Н. Минеева, М. В. Коряшева // Социальные и экономические системы. – 2022. – № 6-9(38). – С. 336-345.
5. Неганова, В. П. Цифровой потенциал компании: комплексный подход к его реализации / В. П. Неганова // Экономика и управление. – 2023. – Т. 29, № 12. – С. 1491-1498.

References

1. Baetova, D. R. Naselenie sel'skih territorij i cifrovizacija sel'skogo hozjajstva / D. R. Baetova // Azimut nauchnyh issledovanij: jekonomika i upravlenie. – 2022. – Т. 11, № 2(39). – S. 12-16.
2. Zavgorodnjaja, A. S. Cifrovizacija sel'skogo hozjajstva i ee rol' v razvitii sel'skoj lokal'noj jekonomiki / A. S. Zavgorodnjaja // Nikonovskie chtenija. – 2022. – № 27. – S. 280-284.
3. Kameni Ljutcha, B. Jeffektivnost' ispol'zovanija kadrovogo potenciala v agrarnom sektore jekonomiki v uslovijah cifrovizacii / B. Kameni Ljutcha // Nauchnyj zhurnal molodyh uchenyh. – 2024. – № 2(37). – S. 103-108.

4. Mineeva, L. N. Cifrovizacija sel'skogo hozjajstva i ee vlijanie na transformaciju sel'skih territorij / L. N. Mineeva, M. V. Korysheva // Social'nye i jekonomicheskie sistemy. – 2022. – № 6-9(38). – S. 336-345.

5. Neganova, V. P. Cifrovoj potencial kompanii: kompleksnyj podhod k ego realizacii / V. P. Neganova // Jekonomika i upravlenie. – 2023. – T. 29, № 12. – S. 1491-1498.